

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

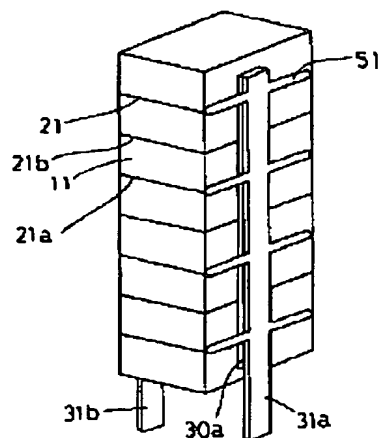
(11) Publication number: **06224483 A**(43) Date of publication of application: **12 . 08 . 94**(51) Int. Cl **H01L 41/09**(21) Application number: **05009869**(22) Date of filing: **25 . 01 . 93**(71) Applicant: **BROTHER IND LTD**(72) Inventor:
IMOTO YASUO
OKAWA YASUO
CHIKAOKA YASUJI**(54) LAMINATED PIEZOELECTRIC ELEMENT****(57) Abstract:**

PURPOSE: To obtain a laminated piezoelectric element in which no destruction of an element due to an uneven displacement occurs and which can be easily manufactured by forming an external electrode connected to an internal electrode at every other layer on one side on an insulating layer, and forming an external electrode connected to an internal electrode not connected to the previous external electrode on the other side on the layer.

CONSTITUTION: An insulating film 30a is so formed on a pair of surfaces of a laminate in which a piezoelectric material film 11 and an internal electrode plates 21a, 21b are alternately superposed as to be brought into contact with a piezoelectric material film 11. Further, external electrodes 31, 31b are provided on the film 30, and the electrode 31a, the plate 21a are connected at every other layer via a nickel-plated layer 51 on one surface. The plates 21b, the electrode 31b not connected via the layer 51 on the one surface are connected via the layer 51 on the other surface. Thus, a stress concentration due to a negative uniform displacement

does not occur, and destruction of a laminated piezoelectric element does not occur at all.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-224483

(43)公開日 平成6年(1994)8月12日

(51)Int.Cl.⁵
H 0 1 L 41/09

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

9274-4M

H 0 1 L 41/ 08

Q

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平5-9869

(22)出願日 平成5年(1993)1月25日

(71)出願人 000005267

ブラザー工業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号

(72)発明者 井元 保雄

名古屋市瑞穂区苗代町15番1号ブラザー工業株式会社内

(72)発明者 大川 康夫

名古屋市瑞穂区苗代町15番1号ブラザー工業株式会社内

(72)発明者 近岡 保二

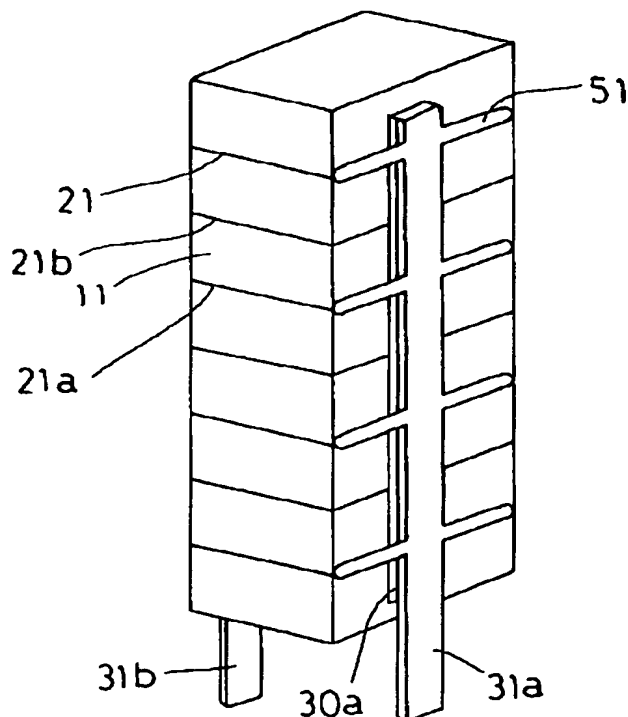
名古屋市瑞穂区苗代町15番1号ブラザー工業株式会社内

(54)【発明の名称】 積層型圧電素子

(57)【要約】

【目的】 不均一な変位による素子の破壊がなく、製造が容易な積層型圧電素子を提供する。

【構成】 圧電材料膜11と内部電極板21a、21bとを交互に重ねてなる直方体形状の積層体の一对の表面に、それぞれ絶縁層としての絶縁フィルム30a、30bが圧電材料膜11と接するように形成されている。また、内部電極板21a、21bは圧電材料膜11の断面形状と同じ形状を有している。さらに絶縁フィルム30a、30b上には外部電極31a、31bが設けられている。そして、一方の表面において、この外部電極31aと積層型圧電素子の側面に露出している内部電極板21aとは一層おきにニッケルメッキ層51により接続され、他方の表面では、上記一方の表面にてニッケルメッキ層51により接続されなかった内部電極板21bと外部電極31bとが同様にニッケルメッキ層51により接続されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電材料と内部電極とを交互に積層してなる積層型圧電素子であって、その積層型圧電素子の二つの側面上にそれぞれ連続して形成された絶縁層と、前記二つの側面のうち一方の側面において、前記絶縁層上に連続して形成されると共に、一層おきに前記内部電極と電気的に接続された第一の外部電極と、他方の側面において、前記絶縁層上に連続して形成されると共に、前記第一の外部電極と接続されなかった内部電極と電気的に接続された第二の外部電極とを備えたことを特徴とする積層型圧電素子。

【請求項 2】 前記第一及び第二の外部電極は、前記絶縁層よりも長く延びて形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の積層型圧電素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、圧電材料の薄膜を多数枚積層し、電圧を印加することにより電界方向の変位を得る積層型圧電素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 通常、圧電材料と内部電極板とを交互に積層して積層型の圧電素子を製造する場合、内部電極板と電源の正極及び負極をそれぞれ一層おきに接続する必要がある。従来から採用されている代表的な構造を図 7 および図 8 に示す。図 7 は積層チップコンデンサによく用いられる構造であり、図 7 (a) の断面図に示すように圧電材料からなる複数の圧電材料膜 71 を積層し、各圧電材料膜 71 の間に正の内部電極板 72、負の内部電極板 73 を交互にはさんで積層する構成を有している。これらの内部電極板 72、73 は、交互に相対するいずれかの面に露出するように配置されている。内部電極板 72 は図示しない電源の正極端子に接続された外部電極 74 と接続され、内部電極板 73 は図示しない電源の負極端子に接続された外部電極 75 と接続されている。

【0003】 また、図 8 は特公昭 63-17354 号公報に開示されるように最近の積層型圧電素子によく用いられている構造を示している。この公報に記載の積層型圧電素子では、図 8 に示すように複数の圧電材料膜 81 を積層し、各圧電材料膜 81 の間にそれぞれ圧電材料膜 81 の断面形状と同じ形状の内部電極板 82 を配置する。この積層型圧電素子の一つの側面にて露出する内部電極 82 の露出部分に一層おきに絶縁物質 84 を形成すると共に、当該側面にその絶縁物質 84 を覆うようにして外部電極 83 を形成する。また、当該側面と相対する側面においても同様に上記絶縁物質 84 を形成しなかった内部電極板 82 の露出部分に一層おきに絶縁物質 85 を形成し、その側面に絶縁物質 85 を覆うようにして外部電極 86 を形成する。すると、この積層型圧電素子全体としては、図 7 に示す積層型圧電素子と同様に接続さ

れた構造になる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述したような内部電極と外部電極との接続方法を採用すると以下に説明するような問題点がある。

【0005】 つまり、図 7 に示す積層チップコンデンサ方式では、図 7 (b) の上面図から理解されるように、内部電極板 72 と内部電極板 73 とが重なりあう重なり部分 76 の面積が圧電材料膜 71 の断面積よりも小さくなり、重ならない部分 77 が存在する。従って、外部電極 74、75 間に電圧を印加すると上記重なり部分 76 のみ電界強度が強く発生し、重なっていない部分は電界強度が弱い。この結果、重ならない部分 77 には変位がほとんど得られないため、積層型圧電素子全体としての変位を阻害するばかりでなく、変位する部分としない部分の境界部に応力集中が起こり駆動中に圧電素子が破壊するという欠点があった。

【0006】 また、図 8 に示す方式では上記の積層コンデンサ方式の欠点はほぼ解消しているが、一層おきに絶縁層 84、85 を形成しなければならず、製法が難しいために歩留まりの問題があった。

【0007】 また、上記いずれの方法を用いても、電力を供給するためのリード線を外部電極の一部からはんだ付け等でひきださなければならず、製造工数が多くなることによるコストが高くなるという欠点があった。

【0008】 本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、正常に変位して応力集中による破壊がなく、容易に製造することのできる積層型圧電素子を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】 この目的を達成するため本発明の積層型圧電素子は、圧電材料と内部電極とを交互に積層してなる積層型圧電素子であって、その積層型圧電素子の二つの側面上にそれぞれ連続して形成された絶縁層と、前記二つの側面のうち一方の側面において、前記絶縁層上に連続して形成されると共に、一層おきに前記内部電極と電気的に接続された第一の外部電極と、他方の側面において、前記絶縁層上に連続して形成されると共に、前記第一の外部電極と接続されなかった内部電極と電気的に接続された第二の外部電極とを備えている。

【0010】 また、前記第一及び第二の外部電極は、前記絶縁層よりも長く延びて形成されていてもよい。

【0011】

【作用】 上記の構成を有する本発明の積層型圧電素子では、絶縁層は、積層型圧電素子の二つの側面上にそれぞれ連続して形成されている。第一の外部電極は二つの側面のうち一方の側面において絶縁層上に連続して形成されると共に、一層おきに前記内部電極と電気的に接続されている。第二の外部電極は、他方の側面において絶縁

層上に連続して形成されると共に、第一の外部電極と接続されなかった内部電極と電気的に接続される。

【0012】また、外部電極をそのまま引き延ばすことにより電力を供給するためのリード線となる。

【0013】

【実施例】図1に本発明を具体化した積層型圧電素子の全体図を示す。

【0014】図1に示すように、本実施例の積層型圧電素子では、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）を主成分とする圧電材料膜11とPdからなる内部電極板21a、21bとを交互に重ねてなる直方体形状の積層体の一对の表面に、それぞれ絶縁層としての絶縁フィルム30a、30bが積層型圧電素子の積層方向に全ての圧電材料膜11と接するように形成されている。また、内部電極板21a、21bは圧電材料膜11の断面形状と同じ形状を有している。さらに絶縁フィルム30a、30b上には、その絶縁フィルム30a、30bよりも長く延びる銅箔よりなる外部電極31a、31bが設けられている。そして、一方の表面において、この外部電極31aと積層型圧電素子の側面に露出している内部電極板21aとは一層おきにニッケルメッキ層51により接続され、電気的に導通状態となっている。また、他方の表面では、上記一方の表面にてニッケルメッキ層51により接続されなかった内部電極板21bと外部電極31bとが同様にニッケルメッキ層51により接続されている。

【0015】以下、このような構成の積層型圧電素子の製造方法を図2乃至図6を参照して説明する。

【0016】まず、PZTを主成分とする圧電材料粉末を所望の組成に混合した後850℃で仮焼成する。その仮焼成した粉末に5重量部のバインダーと微量の可塑材および消泡剤を添加し、有機溶媒中に分散させスラリー状にする。このスラリーを周知のドクターブレード法により所定の厚さに成形しグリーンシートとする。このグリーンシート上に内部電極板21a、21bとしてPdペーストをスクリーン印刷し、所定寸法に打ち抜いたものを所定枚数積層し熱プレスにより一体化する。脱脂後、約1200℃で焼結を行い図2に示す様に内部電極板21a、21bが一層おきに露出するような位置で切断した焼結体20の一对の側面に仮の電極22、23を塗布焼付けし、さらに別の一对の側面が露出するように切断する。また、並行して図3に示すように絶縁フィルム30a、30b上にその絶縁フィルム30a、30bよりも長い銅箔からなる外部電極31a、31bをはりあわせて所定の寸法に切断したものを用意しておき、図4に示すように上記焼結体20の仮の電極22、23が形成されていない側の表面40に貼り付ける。

【0017】次に、外部電極31a、31bと内部電極板21a、21bとを電気的に接続するためのニッケルメッキ浴を以下の方法で作成する。全量1リットルに対してスルファミン酸ニッケル750g、塩化ニッケル5



g、ほう酸30g、光沢剤5mlを添加してメッキ浴とし、スルファミン酸を適量加えてpH4.0付近となるように調整する。

【0018】そして、上記焼結体20の絶縁フィルム30a及び外部電極31aを貼っていない側面41をテープ等でマスキングしてメッキ液に触れるのを防いだ後、焼結体20を上記メッキ浴中に沈める。正極にはニッケルのボールを入れたチタン製のかごを用い、負極にメッキしたい内部電極板21aに接続される仮の電極22を接続する。約50mAの直流電流を20分間流すと、図5に示すように側面40に露出して仮の電極22と導通している内部電極板21a上にニッケルメッキ層51が析出する。このニッケルメッキ層51は絶縁フィルム30aの高さを越えて外部電極31aまで成長し、成長の早いものから外部電極31aと接続される。すると、これにより内部電極板21aと導通のとれた外部電極31aからもニッケルメッキ層51が成長し、成長の遅いニッケルメッキ層52とも順次接続される。このようにして外部電極31aと内部電極板21aはニッケルメッキ層51を介して一層おきに接続される。

【0019】次に反対側の側面41にも同様にニッケルメッキを施す。すなわち、既にニッケルメッキを施した側面40をマスキングして保護した後、負極を上記仮の電極22が設けられた側と反対の側面に設けられた仮の電極23に接続する。そして、上記と同様に直流電流を流すことによりニッケルメッキ層51を成長させ外部電極31bと内部電極板21bとを接続する。

【0020】このようにして対向する一对の側面において、内部電極板21a、21bと外部電極31a、31bとが交互に接続された焼結体20は図6の破線で示す位置で切断され、図1に示すように積層型圧電素子となる。そして、この積層型圧電素子から延びる外部電極31aに電源の正極を接続し、外部電極31bに電源の負極を接続することにより、内部電極板21a、21bにはニッケルメッキ層51を介して一層おきに電圧が印加される。また、内部電極板21a、21bはすべて同じ形状を有しているので、均一な変位を発生することができ、従来のような応力集中に伴う素子の破壊を招くこともない。さらに、外部電極31a、31bはともに絶縁フィルム30a、30bよりも長く形成されているので、外部電極31a、31bと電源とを接続するために半田付け等でリード線を接続する必要がなく、素子を使用する際の手間を省くことができる。

【0021】この後、上記積層型圧電素子はエポキシ樹脂等で外装後、分極処理を施して完成品となる。

【0022】尚、本発明は上述した実施例に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限り種々の変更を加えることができる。

【0023】例えば、外部電極31と内部電極板21との接続に用いる面は、相対する二面である必要はない。

10

20

30

40

50

5

また、外部電極31と内部電極板21とを接続する方法として精密はんだ付けを用いることもできる。また、外部電極31として銅箔のかわりに導電性フィルムを用いることもできる。

【0024】

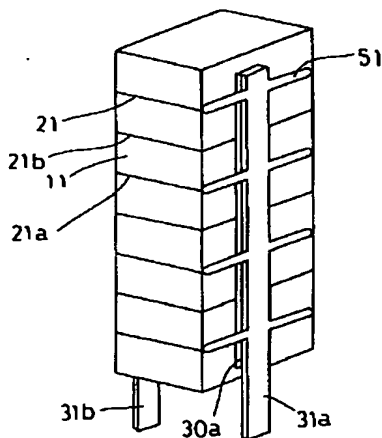
【発明の効果】以上説明したことから明かなように、本発明の積層型圧電素子によれば、内部電極と圧電材料膜とは同一の形状をしており、内部電極間には電界が均一に印加されるので、負均一な変位による応力集中が発生せず、積層型圧電素子の破壊が皆無である。また、絶縁層を連続して形成しているので製造が容易となる。さらに、第一及び第二の外部電極を絶縁層よりも長く延ばすことにより電源と接続するためのリード線として使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明を具体化した積層型圧電素子の斜視図である。

【図2】図2は切断された積層焼結体の斜視図である。*

【図1】



(4)

6

*【図3】図3は絶縁フィルムと外部電極とを貼りあわせたものの斜視図である。

【図4】図4は積層焼結体に絶縁フィルム及び外部電極を貼りつけた状態を示す斜視図である。

【図5】図5はニッケルメッキ層が成長する過程の斜視図である。

【図6】図6はニッケルメッキを施した状態の積層焼結体の斜視図である。

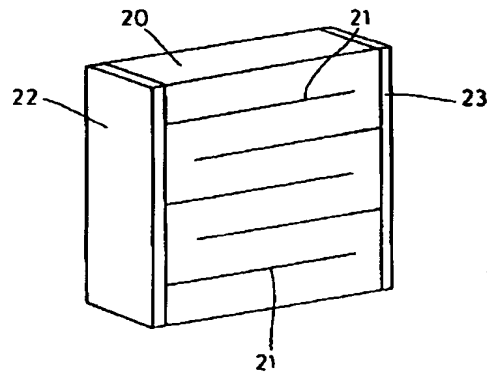
【図7】図7(a)は従来の積層型圧電素子の断面図であり、図7(b)はその上面図である。

【図8】図8は従来の積層型圧電素子の断面図である。

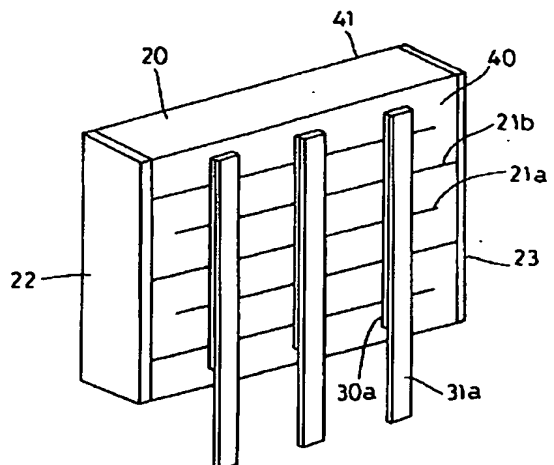
【符号の説明】

- 11 圧電材料膜
- 21a, 21b 内部電極板
- 30a, 30b 絶縁フィルム
- 31a, 31b 外部電極
- 51 ニッケルメッキ層

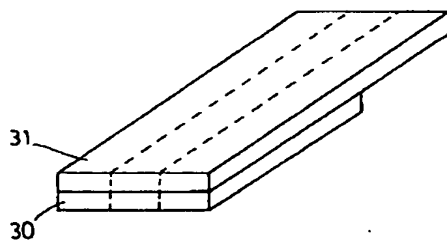
【図2】



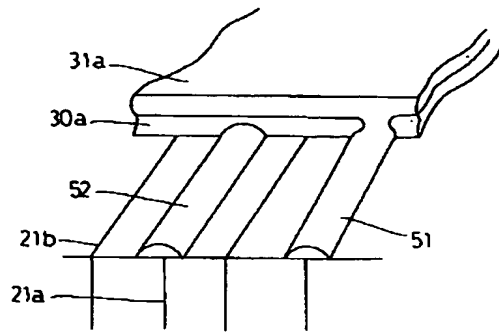
【図4】



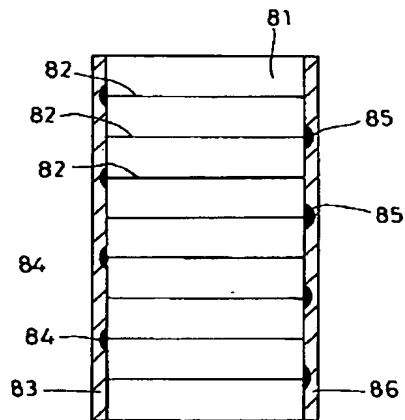
【図3】



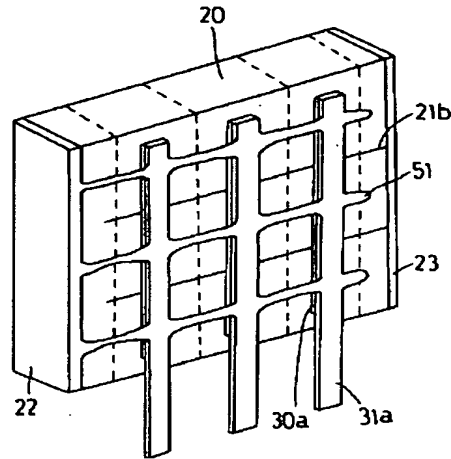
【図5】



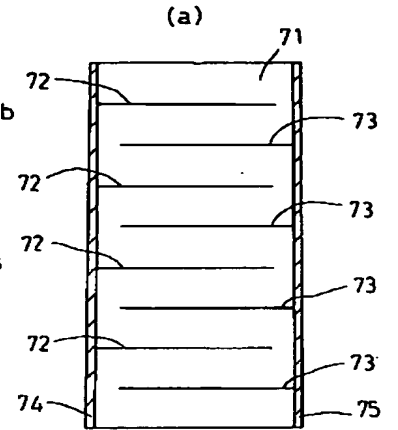
【図8】



【図6】



【図7】



(b)

